

Vilches Blázquez, Luis Manuel; Cañete Pérez, José Antonio; Corcho, Óscar y Bernabé Poveda, Miguel Ángel (2008): Interrelaciones entre las tecnologías de la información geográfica y la ingeniería ontológica para la mejora de la gestión de los recursos geo-espaciales. En: Hernández, L. y Parreño, J. M. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial*. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la UPGC. Las Palmas de Gran Canaria. Pp. 194-206. ISBN: 978-84-96971-53-0.

## INTERRELACIONES ENTRE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LA INGENIERÍA ONTOLÓGICA PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS GEO-ESPACIALES

*Vilches Blázquez, Luis Manuel<sup>1</sup>; Cañete Pérez, José Antonio<sup>2</sup>; Corcho, Óscar<sup>1</sup> y Bernabé Poveda, Miguel Ángel<sup>3</sup>*

(1.) Ontology Engineering Group. Departamento de Inteligencia Artificial, Facultad de Informática - Universidad Politécnica de Madrid. Campus de Montegancedo s/n. Boadilla del Monte. 28660 Madrid. <sup>1</sup>[lmvilches@delicias.dia.fi.upm.es](mailto:lmvilches@delicias.dia.fi.upm.es); <sup>3</sup>[ocorcho@fi.upm.es](mailto:ocorcho@fi.upm.es)

(2) Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja s/n. 18071. Granada. <sup>2</sup>[joseaca@ugr.es](mailto:joseaca@ugr.es)

(3) ETSI Topografía, Geodesia y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid. Km 7.5 de la Autovía de Valencia. 28031 Madrid. <sup>4</sup>[ma.bernabe@upm.es](mailto:ma.bernabe@upm.es)

### RESUMEN

*La incorporación de las Técnicas de Información Geográfica (TIGs) en los procesos de planificación territorial es un hecho evidente, en muchos casos reflejado como una mera forma de presentar cartografías digitales, más que como auténticas herramientas para la toma de decisiones. Los principales factores que originan este hecho son la ausencia de formación técnica y cierta ausencia del desarrollo metodológico-técnico a nivel de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de las actuales Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs).*

*Actualmente, derivada de la importancia de los geodatos y de la necesidad de una gestión eficaz de la Información Geográfica (IG) son cada vez más frecuentes términos como “interoperabilidad”. Esta difícilmente será alcanzable, en su sentido más amplio, si no se establece un cuerpo básico (vocabularios comunes y compartidos) en el que los distintos agentes que intervienen en el territorio estén de acuerdo sobre los propios contenidos (conceptos) del mismo.*

*La presente comunicación aborda la utilización de la Ingeniería ontológica – y las ontologías como una de sus herramientas clave- y su interrelación con las TIGs para mejorar la gestión de los recursos geo-espaciales. La interrelación de estas técnicas supone un avance incuestionable en la gestión y análisis derivado de la IG.*

*Palabras Clave: Tecnologías de la Información Geográfica, ontologías, Información Geográfica, interoperabilidad.*

### ABSTRACT

*The use of Geographical Information Technologies is obvious in spatial planning processes; however, these technologies are often used as a simple way of presenting digital cartographies rather than as authentic tools for making decisions. The main issues causing this fact are the lack of technical training and the absence of methodological-technical development in Geographic Information Systems (GIS) and in the current Spatial Data Infrastructures.*

*Nowadays, terms such interoperability are becoming key concepts, and this is so because geodata are a key factor in Geographical Information (GI). However, interoperability will hardly be achieved, in a wide sense, without a framework of common and shared vocabularies in which the different agents working in the territory agree on the concepts of such framework.*

*This paper deals with the use of ontological engineering- of which ontologies are key tools- and shows how it interrelates with Geographical Information Technologies in order to improve the management of geospatial resources. The merging of these GI Technologies and ontological engineering is a great advance in the analysis and management of GI.*

*Key Words: Geographical Information Technologies, ontologies, Geographical Information, Interoperability.*

## INTRODUCCIÓN

A finales de los años 70 principios de los 80 las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), eran consideradas islas de información, dado que estaban auto-contenidas en sistemas independientes, donde los datos espaciales estaban capturados, almacenados, analizados y visualizados digitalmente. Los datos, raramente, eran adquiridos de fuentes digitales dado lo cerrado de los formatos de los ficheros de las diferentes aplicaciones. Los avances en las Tecnologías de la Información Geográfica (TIGs) y el crecimiento de la demanda de usuarios condujeron a superar los múltiples obstáculos. En una época más reciente, los usuarios comenzaron a realizar ineficientes y redundantes datos proporcionados por lo que se denomina, procesos *'batch'*. (Bishr, 1998). En estos momentos, dichas herramientas eran utilizadas para la visualización cartográfica de la información, obviando el poder de las mismas en los procesos de toma de decisión territorial.

Con el rápido desarrollo de los sistemas de información y el paradigma de las bases de datos distribuidas, surge la necesidad de los SIGs interoperables, con el fin de conseguir intercambio de datos transparentes y acceso remoto a servicios web que estas herramientas proporcionan (Bishr, 1998). Así, una de las principales motivaciones para el desarrollo de los SIG Web y las actuales Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs)<sup>1</sup> es hacer más eficiente el trabajo con los geodatos (McKee, 2000; Nerbert, 2001). Para ello, se crean los estándares del Comité Técnico 211 del International Organization for Standardization (ISO/TC 211), World Wide Web Consortium (W3C) y del Open Geospatial Consortium (OGC) con los que se resuelven problemas derivados de la diferencia de formatos de información, consiguiendo interoperabilidad, es decir, “la capacidad de comunicarse, para ejecutar programas, o para transferir datos entre varias unidades funcionales de una manera que requiera al usuario tener poco o nada de conocimiento de las características únicas de esas unidades” (ISO 19119, 2002). Con esto se alcanza una sintaxis homogénea para datos y servicios geográficos, es decir, lo que se conoce como interoperabilidad sintáctica.

Solventado este primer obstáculo, la complejidad y la riqueza de los datos geográficos junto a la dificultad de su representación presentan otras cuestiones específicas para la interoperabilidad de los SIG y las IDEs, concretamente, las referidas a la interoperabilidad semántica. En este sentido, el desarrollo de la Ingeniería Ontológica y, más concretamente, la utilización de las ontologías (como instrumento para capturar y compartir la semántica de cualquier área) dentro del dominio geográfico se han convertido en factores clave ante la posibilidad de solucionar estos problemas que presenta la IG. Ante esto, la Ingeniería Ontológica pretende modificar muchos conceptos, ideas y estrategias aplicadas en los procesos de estructuración y gestión “clásica” de la IG.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera: un acercamiento genérico a los diferentes problemas que presenta la información geográfica es mostrado en la sección 2. En la sección 3, se realiza una breve introducción al concepto de ontología y se mencionan algunas razones que conllevan su desarrollo. La interrelación entre IG y ontologías aparece en la sección 4 y en la sección 5 son expuestas algunas conclusiones generales.

## UN ACERCAMIENTO GENÉRICO A LA PROBLEMÁTICA DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Hoy día, los servicios Web de los diferentes SIG, también conocidos como Sistemas de Información Territorial, e IDEs presentan una mera integración de información a modo de superposición de capas con gran diversidad temática, en ocasiones, provenientes de diferentes productores. Este hecho, junto a otras características de la IG, pone de manifiesto importantes heterogeneidades derivadas de la falta de consenso, de diferencias de intereses y necesidades y de las inercias de los procesos de producción, evidenciando la ausencia de una interoperabilidad semántica.

Desde un punto de vista general, la IG, según (Commission of the European Communities, 2007) debe ser almacenada, ofertada y mantenida al nivel más adecuado. Sin embargo, es generada, mantenida y actualizada con diferente calidad y estructuración por diversos productores. En la práctica, esto provoca la construcción de múltiples conjuntos de bases de datos espaciales con una gran heterogeneidad de catálogos de fenómenos (vo-

---

<sup>1</sup> Conjunto de tecnologías, políticas y acuerdos institucionales destinados a facilitar la disponibilidad y el acceso público a la información espacial (Wikipedia - <http://es.wikipedia.org/wiki/Portada>)

cabularios) y modelos de datos (organización de la información). Esto refleja la coexistencia actual de una gran variedad de fuentes con diferente información, estructura y semántica sin un marco general armonizador.

Desde un punto de vista más específico dentro del dominio geográfico, el concepto más importante es el de fenómeno (*feature*), consecuencia de que Open GeoSpatial Consortium (OGC) (OGC, 2003) afirma que el fenómeno geográfico (*geographic feature*) es el punto de partida para el modelado de la información geo-espacial. Por esta razón, la unidad básica de la IG dentro de la mayoría de modelos es el *feature*, es decir, una abstracción de un fenómeno del mundo real asociado con una localización en la superficie terrestre, de la que son recogidos, mantenidos y diseminados datos (ISO, 2005). Los *features* pueden incluir representaciones de un amplio rango de fenómenos que pueden ser localizados en el tiempo y el espacio tales como edificios, ciudades, redes geométricas, imágenes georreferenciadas o capas temáticas. Esto significa que, tradicionalmente, un fenómeno encierra en un concepto todo lo que un área temática considera sobre un sencillo fenómeno geográfico (Greenwood et al., 2003).

Esta heterogeneidad, combinada con la necesidad de compartir y superponer información de diferentes fuentes por parte de una miscelánea de usuarios, provoca variados e importantes problemas cuando se tratan en las tareas de consulta, recuperación, explotación, actualización y visualización de la geo-información, ante las que todo usuario demanda sencillez, eficacia y seguridad.

### **Heterogeneidad de vocabularios y bases de datos**

De la definición y uso del concepto *feature* se extrae que éste no está predeterminado para una clase, sino que un individuo de un fenómeno (por ejemplo, “Río Ebro”) puede ser clasificado de una manera u otra dependiendo del dominio de clasificación. Por tanto, parece evidente que esos *features* no son la unidad atómica de la IG como los fenómenos que ellos representan, puesto que, encierran diferentes conceptos humanos resultantes de tipos múltiples (Greenwood et al., 2003). Esto evidencia que la realidad geo-espacial es percibida subjetivamente y que su contenido depende de los enfoques particulares.

Esta heterogeneidad también queda reflejada en la diversidad de contenido que presentan los diferentes catálogos que agrupan a los conjuntos de *features*. Este hecho provoca dificultades en el momento de la integración de información de diferentes bases de datos, siendo estas remotas e independientes, ya que puede variar la representación geométrica e incluso proporcionar diferentes respuestas ante una consulta (consecuencia de la utilización de diferentes términos para un mismo *feature*) a pesar del tratamiento del mismo fenómeno del mundo real.

Otro problema común en el acceso a las bases de datos geográficas está relacionado con los pobres modelos de implementación. Algunas bases de datos tienen sólo una tabla única donde toda la información es almacenada, mientras que otras son organizadas en diferentes tablas con o sin escasas relaciones entre ellas.

### **Factor escala**

El factor escala actúa como filtro en la representación cartográfica, así como en catálogos y diccionarios de información geo-espacial. Por esta razón, la consideración de información a diferentes escalas (local, regional y nacional), por parte de diferentes productores nacionales, hace que la granularidad de la información varíe dependiendo de la fuente y su escala de referencia. Esto afecta a la resolución geométrica y semántica, o lo que es lo mismo, afecta a la comprensión de la realidad geográfica. Además, la existencia de diferentes fenómenos a diferentes escalas es un problema añadido en la generalización cartográfica, debido a las dificultades encontradas en los procesos de superposición tanto gráfica como conceptual entre diferentes catálogos.

### **Ambigüedad del lenguaje, diferencias semánticas y variedad idiomática**

Los problemas relacionados con la ambigüedad del lenguaje están relacionados con la heterogeneidad proveniente de la polisemia, sinonimia, hiperonimia y homonimia. Estos problemas aparecen en muchos conceptos en la IG, debido al hecho de que no existe un marco semántico armonizador. Prueba de esto, es el hecho de que

podemos encontrar diferentes catálogos y/o diccionarios con una gran variedad de conceptos asociados al mismo *feature* (por ejemplo; “río”, “curso fluvial”, “curso de agua principal”, etc. ).

Las diferencias semánticas en el dominio geográfico son numerosas e importantes. Un ejemplo iterativo es la definición del *feature* “Río”. La Directiva Europea Marco del Agua lo define como “una masa de agua continental que fluye en su mayor parte sobre la superficie del suelo, pero que puede fluir bajo tierra en parte de su curso” (European Parliament, 2000), para el Instituto Geográfico Nacional es una “corriente natural de agua de caudal considerable aun en estiaje”. Mientras, para el Diccionario de la Real Academia de la Lengua “Corriente de agua continua y más o menos caudalosa que va a desembocar en otra, en un lago o en el mar”.

A todo esto se une el factor añadido referido a la existencia y reconocimiento oficial de cuatro lenguas oficiales en el ámbito territorial nacional, como son el catalán, gallego, euskera y castellano. Por tanto, una especial atención merece el aspecto multilingüe de la IG y sus consiguientes catálogos y bases de datos.

## Formas de estructuración

Las formas más comunes de estructuración de fenómenos geográficos empleadas por los productores de información, tales como catálogos de fenómenos y tesauros, conllevan una pobre y rudimentaria modelización de la información, es decir, la estructuración de los nombres (conceptos), códigos, atributos y otras características asociadas a la geometría. Las definiciones usualmente más extendidas de Catálogo y Tesoro, son las que se exponen a continuación:

1. Un catálogo de fenómenos (*feature catalogue*) define los tipos de elementos (*features*), sus operaciones, atributos y asociaciones representadas en los datos geográficos. Estos son indispensables para convertir datos en información utilizable (ISO, 2005). En la práctica este tipo de catálogos poseen importantes limitaciones, tales como la ausencia de cualquier tipo de estructuración y la de relación entre elementos de manera explícita. Lo único que puede encontrarse, en ocasiones, es una jerarquía entre clases de fenómenos, determinada por los códigos asociados a las mismas.

2. Tesauros, conforme a la International Standard Organization (ISO), es un vocabulario de un lenguaje de indexación controlado (conjunto controlado de términos extraídos del lenguaje natural y utilizados para representar, de forma breve, los temas de los documentos) y organizado formalmente con objeto de hacer explícitas las relaciones, a priori, entre conceptos (por ejemplo “más genérico” o “más específico que”) (ISO, 1985 – 1986).

La construcción de tesauros supone una considerable mejora en la estructuración de la información respecto a los catálogos de fenómenos. Esto es consecuencia de la desaparición de la imprecisión y ambigüedad en el uso del lenguaje (motivada por la existencia de sinónimos y polisemias) y del establecimiento de relaciones (ej.: “Término Genérico”, “Término Específico”, “Use”, etc.) entre los conceptos.

En resumen, estos problemas de heterogeneidad, escala, ambigüedad y estructuración reflejan las dificultades para alcanzar la interoperabilidad semántica en el contexto de la IG y, en consecuencia, las dificultades en las tareas de consulta, recuperación, explotación, actualización y visualización de la información geo-espacial. Todo agravado por los usuarios, que requieren eficiencia y sencillez.

## UNA BREVE INMERSIÓN EN EL UNIVERSO ONTOLÓGICO

El uso de la Ingeniería Ontológica (Gómez-Pérez et al., 2003) es un factor clave que puede contribuir a solucionar los problemas de la IG pre-sentados con anterioridad. A continuación se realiza una breve introducción a algunos de los conceptos claves del universo ontológico.

El origen del término Ontología procede del mundo de la filosofía, según la Real Academia Española<sup>2</sup>, es “la parte de la metafísica que trata del ser en general y de sus propiedades transcendentales, o propiedades que trascienden los límites de lo meramente experimental”. Este concepto ha sido adoptado por la informática, especí-

---

<sup>2</sup> <http://www.rae.es/rae.html>

ficamente en el dominio de la Inteligencia Artificial. Su adopción ha dado origen a una gran variedad de definiciones de este “nuevo” concepto, producto de los puntos de vista de diversos autores y, fundamentalmente, de las diferentes formas de construir y utilizar las ontologías como sistemas informáticos.

Una de las definiciones más divulgadas es la aportada por Gruber (1993). Afirma que una ontología constituye una especificación explícita y formal de una conceptualización compartida. Esta definición tiene una serie de conceptos claves que ayudan a comprenderla. Así, la “conceptualización” se entiende un modelo abstracto de la realidad, de tal manera, que mediante ésta se identifican los conceptos relevantes de un área. Por “explícita” se entiende que todos sus componentes deben estar definidos explícitamente. Respecto a “formal”, se refiere al hecho de que la ontología debe ser entendible por las máquinas. Por último, “compartida” refleja el hecho de que una ontología debe capturar conocimiento consensuado/aceptado por un grupo o comunidad de expertos, esto es, no debe ser privado o algo individual (Studer et al., 1998).

Desde la óptica de la IG, esta definición nos hace entender que las ontologías no están formadas únicamente por meros conceptos con una cierta organización, lo que no distaría de las formas más habituales de organización de la IG (catálogos de fenómenos, diccionarios de datos y/o tesauros), sino que también se van a definir relaciones, atributos, reglas y axiomas entre conceptos que enriquecen y contribuyen, entre otros aspectos, a formalizar el vocabulario y conocimiento del área, dejando a un lado el simple almacenamiento realizado sobre la parte más específica de la información, es decir, los datos.

Por tanto, las ontologías van a ayudar al mundo geográfico a definir los significados de los fenómenos contenidos en los geodatos, pudiendo proporcionar la base del entendimiento en el dominio de la IG. Aunque a menudo desarrollar una ontología de un dominio no es la meta en sí (sólo es un proceso de definición de un conjunto de datos y sus estructuras para que otros programas los usen), algunas de las principales razones que pueden conducir a la construcción de una ontología, son (Noy et al., 2001);

- Compartir el entendimiento común sobre un área de conocimiento entre personas y máquinas.
- Permitir la reutilización de conocimientos de un dominio o área de conocimiento.
- Permitir cambiar las especificaciones de conocimiento de un dominio si se producen cambios en el mismo. Además, las especificaciones explícitas del dominio de conocimiento son útiles para nuevos usuarios que deben aprender el significado de los términos del área.
- Analizar el conocimiento de un dominio, una vez realizada una especificación completa de los términos que componen al dominio. El análisis formal de los términos es extremadamente valioso al intentar reutilizar ontologías existentes y pretender extenderlas.

En definitiva, todo esto conlleva un cambio de perspectiva en los procesos de búsqueda, ya que se pasa de estar centrado únicamente en los aspectos sintácticos, a prestar atención a los significantes de los conceptos, es decir, al conocimiento implícito de los dominios. Además, de esta sección se pueden extraer varias conclusiones: por un lado, en las ontologías el conocimiento se especifica a través de conceptos, es decir, están formadas por conjuntos de conceptos que dan como resultado una forma de ver la realidad geográfica, común y compartida, acorde con cierta perspectiva ante un dominio de conocimiento. Por otro lado, el hecho de que la posibilidad de formalizar entre los conceptos relaciones, reglas de inferencia, axiomas, etc. contribuye a enriquecer el conocimiento del dominio en cuestión. Por último, hay que destacar, que esas conceptualizaciones formalizadas permiten la comunicación entre expertos y sistemas informáticos, consecuencia directa de que la información no sólo es entendible por todos los usuarios, como sucedía hasta este momento, sino que también es “comprendida” por las máquinas, lo que repercutirá en una constante reutilización del conocimiento. Por tanto, desde la óptica geoespacial, la construcción de ontologías dará origen a una importante mejora en la representación de la IG, repercutiendo de forma directa en los sistemas de recuperación, consulta y análisis de la misma.

## **INTERRELACIÓN ENTRE IG Y ONTOLOGÍAS: UNA NECESIDAD DERIVADA DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

El territorio se transforma y se adapta a nuevas necesidades y roles, a los que no son ajenos los fenómenos que conlleva el nuevo paradigma de la Sociedad de la Información. Gestionar la complejidad de dicha transfor-

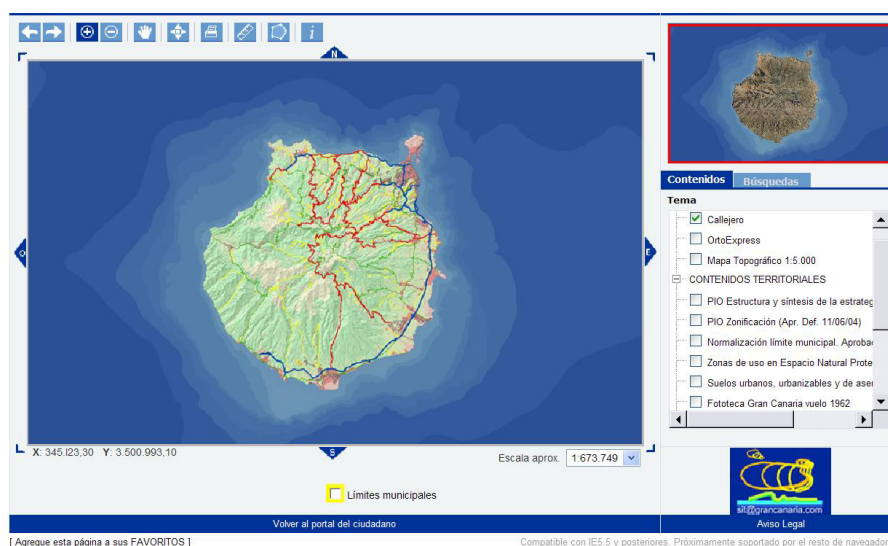
mación requiere Información Global (Guimet, 2003) común y compartida. Este hecho motiva que los recursos de información disponibles sobre el territorio sufran un crecimiento progresivo, aunque las dificultades de acceso a la información impiden una visión homogénea por parte de los diferentes actores presentes en el territorio.

Tal y como se mencionó con anterioridad, en la actualidad, los servicios Web de los diferentes Sistemas de Información Geográfica (SIG) e Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs) disponibles se limitan a una mera integración de información a modo de superposición de capas con gran diversidad temática, en ocasiones, provenientes de diferentes productores. Este hecho, pone de manifiesto dos realidades; por un lado, la calidad y exactitud de la IG en cuanto a superposición geométrica y, por otro, contenidos (conceptos) y estructuras (organización de la información) heterogéneas. Estas situaciones son producto de la preocupación por la exactitud posicional de la información y de los diferentes puntos de vista (diferentes vocabularios, formas de organización y modelos), intereses y necesidades con los que cada comunidad lleva a cabo el desarrollo de sus datos espaciales. Por tanto, de esto se deduce que, junto a las dificultades de visión homogénea de la IG, hay una importante carencia respecto a la armonización semántica de los geodatos entre los diferentes productores, a pesar de que aumenta la necesidad de compartir, intercambiar y utilizar la IG con diferentes propósitos.

Todos estos factores generan dificultades en las tareas de consulta, recuperación, explotación, actualización y visualización de la geo-información, ante las que todo usuario demanda sencillez, eficacia y seguridad. Desde la óptica de la Ingeniería Ontológica se proponen diferentes soluciones de forma genérica, como una vía para alcanzar la armonización semántica de la IG y, por tanto, solventar los diferentes problemas expuestos con anterioridad.

### Heterogeneidad de vocabularios y Bases de Datos

Las limitaciones estructurales, comentadas anteriormente, y la utilización de diversos vocabularios para describir la información presente en los servicios Web de SIG e IDEs evidencian diversos problemas que se manifiestan al preguntar e interpretar resultados producidos por la búsqueda sobre diferentes catálogos distribuidos (Bernad et al., 2003). Un ejemplo de la disparidad de vocabularios utilizados es el nombre de las diferentes capas que aparecen en los diferentes visualizadores de las IDEs y SIGs, donde es habitual encontrar para cada servicio referido a una misma temática diferente nomenclatura, como se pueden contemplar en las figuras 1, 2 y 3.

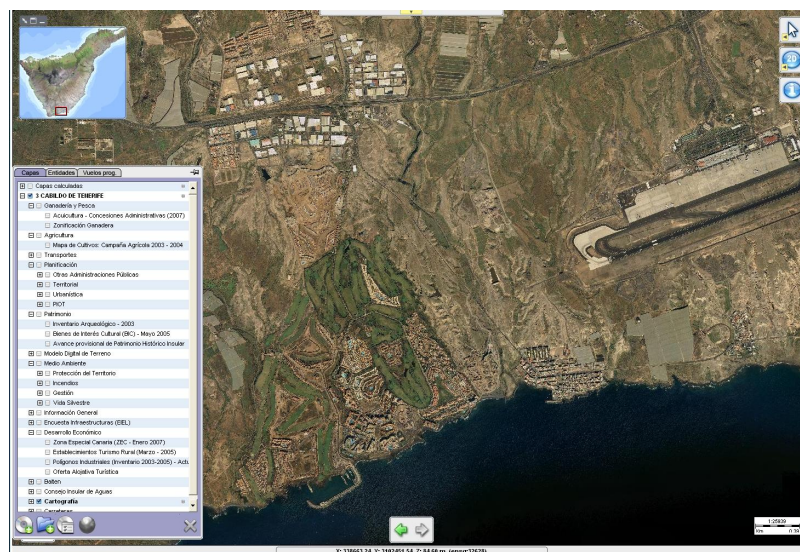


**Figura 1.** Visualizador del Sistema de Información Territorial del Cabildo de Gran Canaria<sup>3</sup>

<sup>3</sup> <http://grancanaria.grafcan.com/>







**Figura 3.** Visualizador TeIDE<sup>5</sup>

### **Ambigüedad del lenguaje, diferencias semánticas y variedad idiomática**

La formalización de conceptos mediante lógica descriptiva (Description Logic), y el proceso de implementación en el lenguaje estándar de facto del World Wide Web Consortium (W3C)<sup>6</sup>, Ontology Web Language (OWL)<sup>7</sup>, eliminan los problemas de ambigüedad propia del lenguaje natural y las diferencias semánticas entre conceptos. Además, junto a la posibilidad de formalización explícita de los diferentes conceptos, relaciones y atributos del dominio geográfico, también se pueden añadir conceptos relacionados (sinónimos) o alternativos (multilingüedad) o la definición en lenguaje natural, similar a las definiciones que aparecen en cualquier diccionario del área, de los diferentes elementos que componen la ontología.

### **Formas de estructuración**

Gran parte de esta problemática es derivada del empleo de las formas más comunes de estructuración de fenómenos geográficos, tales como catálogos de fenómenos y tesauros. Estos son gestionados por la mayoría de los sistemas de información en el entorno geográfico, ya sean SIG Web o IDEs, pero no solucionan las dificultades comentadas con anterioridad, consecuencia de la pobre y rudimentaria modelización de la IG, escasa formalización semántica y el limitado o nulo número de relaciones entre conceptos.

Estas formas de estructuración han sido utilizadas, tradicionalmente, como útiles herramientas para proporcionar vocabularios controlados y organizarlos pseudo-formalmente. Dichas formas no son suficientes en el contexto tecnológico actual, consecuencia de que las ontologías ofrecen la posibilidad de crear descripciones ricas en conocimiento, mientras que las formas de estructuración mencionadas con anterioridad sólo proporcionan parte de las funcionalidades requeridas por este nuevo escenario tecnológico (Wielinga, 2001; Vilches-Blázquez et al., 2007a).

Otras ventajas que aporta el desarrollo y uso de ontologías como herramienta se circunscriben a la posibilidad de la reutilización de conocimientos (esto permite el aprovechamiento de ontologías realizadas sobre cualquier área de la IG, consecuencia de que el desarrollo de ontologías refleja formas concretas de ver el mundo) y a la comprobación y mantenimiento de la integridad de las bases de datos geo-espaciales.

<sup>5</sup> <http://atlastenerife.es/TeIDE2/Visor.do>

<sup>6</sup> <http://www.w3.org/>

<sup>7</sup> <http://www.w3.org/2004/OWL/>



## UN CASO DE USO: *hydrOntology* O HACIA UNA ARMONIZACIÓN SEMÁNTICA DE LA INFORMACIÓN HIDROGRÁFICA

Desde el punto de vista de la aplicación de los aspectos teórico-metodológicos expuestos con anterioridad el desarrollo de *hydrOntology*, ontología global de fenómenos hidrográficos, pretende establecer un marco semántico armonizador y de uso por parte de todas las organizaciones productoras de información geoespacial. El objetivo es proporcionar los pasos necesarios para obtener una mejor organización y gestión de la información del dominio hidrográfico, de tal forma que contribuya a facilitar la toma de decisión en planificación territorial, mediante la optimización de los procesos de búsqueda y recuperación de la IG soportada por la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE<sup>8</sup>) y el SIGNA<sup>9</sup> (Sistema de Información Geográfica Nacional). Algunos detalles de esta ontología tales como criterios de modelado, características del proceso de modelado y las fuentes de información utilizadas como referencia son descritos con mayor profundidad en (Vilches, 2006; 2007b y 2007c).

Con *hydrOntology* se soluciona la problemática concerniente a la heterogeneidad de vocabularios dentro del dominio hidrográfico, ya que contempla vocabulario sobre fenómenos hidrográficos (más de 150 conceptos diferentes) tomado de más de 20 fuentes, provenientes de diferentes productores e instituciones nacionales, cuyo objeto de trabajo es la Información Geográfica, así como diferentes fuentes de relevancia internacional en esta temática. El modelado de esta ontología se llevó a cabo mediante la herramienta de edición Protégé<sup>10</sup>, una visión genérica puede apreciarse en la figura 3, que posibilita el proceso de formalización en lógica descriptiva (*Description Logic*) y la implementación en OWL (*Ontology Web Language*), evitando así los problemas relacionados con la ambigüedad del lenguaje, las diferencias semánticas y variedad idiomática.

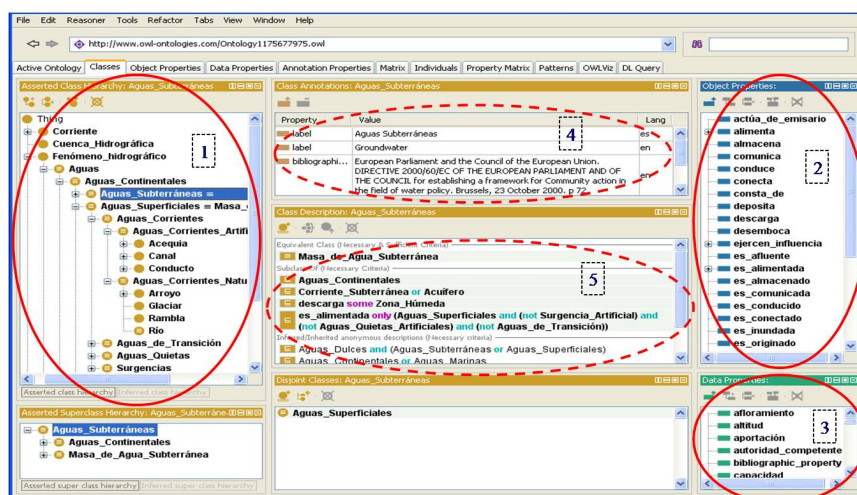


Figura 3. Entorno de Protégé y visualización general de *hydrOntology*

Esta herramienta (*Protégé*) tiene diferentes secciones o *frameworks*, como puede apreciarse en la figura anterior. En la sección 1 se recogen los diferentes conceptos que cubren al dominio de conocimiento, en este caso, los referidos a hidrografía. Estos conceptos son ordenados de forma taxonómica, desde el punto de vista general, están divididos en dos niveles: un nivel superior que contiene los fenómenos más abstractos y generales de la ontología (por ejemplo: “Fenómeno Hidrográfico”, “Aguas Continentales”, “Aguas Marinas”, etc.) y, en el nivel inferior, se recogen un conjunto de fenómenos hidrográficos universalmente conocidos (por ejemplo, Río, Ría, Arroyo, Rambla, etc.)

Además, varios fenómenos hidrográficos son considerados para poder relacionarlos con otras áreas de conocimiento, tales como, “aguas territoriales”, “zona contigua”, “alta mar”, etc. conceptos referidos al marco

<sup>8</sup> <http://www.idee.es/>

<sup>9</sup> <http://signa.ign.es/website/IGN0212/viewer.htm>

<sup>10</sup> <http://protege.stanford.edu/>

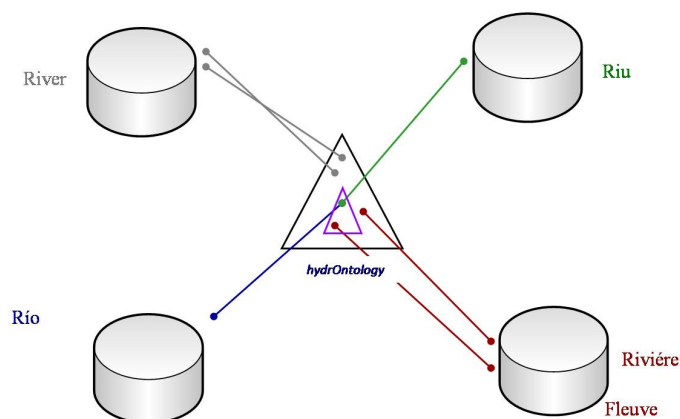
legal (derecho internacional); o el dominio geológico (hidrogeología) “corrientes subterráneas”, “acuíferos”, etc., o la ingeniería civil urbana (COST UCE Action C21, Towntology project) “tubería”, “embalse”, “canal”, etc., pueden ser considerados como algunos ejemplos. Este hecho enriquece a esta ontología, ya que con ello se proporciona un crecimiento gradual en conocimiento y, por tanto, beneficios añadidos para los usuarios de IG en la Web.

En la sección 2 y 3 de la mencionada figura aparecen tipos de relaciones (*Object Properties*) y atributos (*Data Properties*) respectivamente. Estos elementos sirven para explicitar las diferentes relaciones que se manifiestan entre los diferentes fenómenos presentes en la realidad geográfica. Por otro lado, con el conjunto de atributos se consigue enriquecer y caracterizar al conjunto de conceptos reflejados en dicha ontología.

En la sección 4 se encuentra la documentación de los diferentes conceptos reflejados en la sección 1 de la figura 3. Entre dicha documentación aparecen diferentes elementos tales como definiciones extraídas de diferentes fuentes, sinónimos y nombres alternativos, procedencia de los conceptos presentes en la sección 1 y el componente multilingüe de cada uno de los elementos mencionados con anterioridad.

Por último, en la sección 5 aparecen las definiciones de los diferentes axiomas que formalizan el conocimiento del dominio hidrográfico mediante lógica descriptiva (*Description Logic*). Esto elimina los problemas de ambigüedad propia del lenguaje natural y las diferencias semánticas entre conceptos.

Por otro lado, una vez modelado el dominio y formalizado e implementado a través de la mencionada herramienta de edición, el establecimiento de correspondencias (*mappings*) entre las diferentes bases de datos que soportan las fuentes consideradas en el proceso de modelado y *hydrOntology* facilitan el proceso de integración de información, como puede apreciarse en la figura 4. Además, se gestiona de una mejor manera la componente multilingüe de la IG, ya que mediante el establecimiento de *mappings* entre los diferentes fenómenos estos dejan de considerarse fenómenos aislados y diferentes, como sucede con la gestión actual de dicha información, para ser fenómenos únicos con idiomas distintos. Este hecho contribuye al establecimiento de un marco armonizador de la IG, ya que con este trabajo se llevaría a cabo una gestión integral de los recursos hidrográficos presentes en diferentes y distribuidas bases de datos, es decir, un entendimiento global del conocimiento geográfico y, concretamente, de los recursos correspondientes a la información hidrográfica.



**Figura 4.** Establecimiento de correspondencias (*mappings*) entre *hydrOntology* y diferentes bases de datos con componentes multilingües

Desde la óptica de la geografía como Ciencia, ante cualquier problema con una fuerte componente territorial, esta se ha encargado de exportar ideas, conceptos y técnicas a otras profesiones. Ahora, y dada la relevancia de las TIGs y su necesaria relación con la Ingeniería Ontológica, parece oportuno aprovechar esta sinergia e incorporarlas como elementos fundamentales para la toma de decisiones, ya que permiten realizar una labor de síntesis precisa con la finalidad de obtener resultados satisfactorios y racionales en la ordenación territorial de los usos y las actividades económicas, compatibilizándolas con la conservación ambiental y la protección de los recursos naturales (Prieto Cerdán, 2008). Esta situación se presenta como una importante vía para alcanzar la

interoperabilidad semántica entre los diferentes productores de IG y, más concretamente para el caso de uso reflejado con anterioridad, entre las diferentes Confederaciones Hidrográficas que gestionan las diferentes cuencas. Con esto la información sería creada y gestionada por cada productor pero con un entendimiento global común y compartido de la información o lo que es lo mismo, una interoperabilidad semántica de la geoinformación. Este hecho contribuiría a minimizar los aspectos de interrelación entre diferentes cuencas en aspectos como gestión en tiempos de sequía, necesidades de transvases o fuentes de riesgos con incidencia en actividades económicas o personas dada la interoperabilidad de recursos e información.

## CONCLUSIONES

Se han descrito muchas de las problemáticas que presenta la gestión de IG en un escenario donde se está incrementando de forma sustancial tanto la producción de datos como su diseminación e intercambio. Iniciativas legales como la Directiva INSPIRE (Commission of the European Communities, 2007) o el recientemente aprobado Sistema Cartográfico Nacional<sup>11</sup> (BOE, 2007) están propiciando la publicación, al menos por parte de las Administraciones Públicas, de IG. Actualmente, como se ha visto, en muchos de los geoportales abiertos ya es posible superponer capas de información que describen el mismo fenómeno pero que han sido producidos de forma independiente y descoordinada. El resultado añade aún más complejidad, si cabe, a la existente.

Por ello, se ha reflejado el enfoque ontológico y su aplicación a la IG. Las ontologías constituyen el complemento ideal para los SIG Web y las IDEs, más aún una vez que éstos comienzan a extenderse, concediendo acceso público y abierto a la geo-información mediante múltiples servidores y servicios y, en la medida en que pueden contribuir de forma efectiva y práctica, a mejorar la gestión de la información y, por tanto, ayudar en los procesos de toma de decisiones en la planificación y gestión territorial.

Hasta el momento los esfuerzos en los sistemas que soportan los SIG e IDEs se han centrado en la implementación de estándares que posibilitan la comunicación entre máquinas, resolviendo los problemas de “*sintaxis*” y alcanzando lo que se denomina interoperabilidad sintáctica. El reto actual es avanzar en la comunicación del conocimiento (conceptos), es decir, de la “semántica” de la realidad geográfica. El avance en esta línea, es decir, en la interrelación entre Ingeniería Ontológica e IG puede suponer un avance transcendental en las posibilidades de utilización de las principales herramientas (SIG e IDEs) como instrumentos de auténtico uso en los procesos de planificación y gestión del territorio.

En definitiva, las ontologías van a aportar muchas utilidades al mundo de la IG, entre las que destacan, según Torres (2003), la mejora en la comunicación, habida cuenta de su dedicación a reducir la confusión terminológica y conceptual en el ámbito del dominio geográfico, y la interoperabilidad semántica, ya que las ontologías potenciarán el intercambio de datos geográficos gracias a la semántica que se encuentra en ellas.

## AGRADECIMIENTOS

Esta comunicación se enmarca en los trabajos de investigación realizados por el autor, financiados parcialmente por el proyecto del Plan Nacional “GeoBuddies” (TSI2007-65677C02) y el Convenio Bilateral UPM-IGN 2007-2008.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernad, L.; Einspanier, U.; Haubrock, S.; Hübner, S.; Kuhn, W.; Lessing, R.; Lutz, M. y Visser, U. (2003): Ontologies for intelligent search and semantic translation. En: *Spatial Data Infrastructures, Photogrammetrie - Fernerkundung - Geoinformation* (6).

---

<sup>11</sup> <http://www.boe.es>

- Bishr Y (1998): Overcoming the semantic and other barriers to GIS interoperability. *International Journal of Geographical Information Science*, 12(4): 299–314.
- Boletín Oficial del Estado (BOE) (2007): *Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional*.
- Commission of the European Communities (2007): *Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE)*.
- European Parliament and the Council of the European Union (2000): *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council for establishing a framework for Community action in the field of water policy*. Brussels, 72 pp.
- Gómez-Pérez, A.; Fernández-López, M. y Corcho, O. (2003): *Ontological Engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-commerce and the Semantic Web*. Springer-Verlag, London.
- Gómez-Pérez A., Ramos J., Rodríguez-Pascual A. y Vilches-Blázquez L.M. (2008): The IGN-Case: Integration through a Hidden Ontology. *Spatial Data Handling - SDH'08*. Montpellier, France (En prensa).
- Greenwood, J. y Hart, G. (2003): Sharing Feature Based Geographic Information - A Data Model Perspective. En *7th Int'l Conference on GeoComputation*. United Kingdom.
- Guimet, J.: (2003): Internet, información y territorio. En *Proceedings del 1er Congreso Internacional sobre Territorio y Ciudad. La metrópolis presente y futura*. Barcelona.
- International Standards Organization (1985): *ISO 5964:1985 Documentation - Guidelines for the establishment and development of multilingual thesauri*.
- International Standards Organization (1986): *ISO 2788:1986 Guidelines for the establishment and development of monolingual thesauri*.
- International Standards Organization (2002): *ISO/TC-211 & OGC, Geographic information Services Draft ISO/DIS 19119*. OpenGis Service Architecture. vs.4.3. Draft Version, ISO & OGC.
- International Standards Organization (2005): *ISO 19110 Geographic information - Methodology for feature cataloguing*.
- McKee, L. (2000): Who wants a GDI? En: *Geospatial Data Infrastructure – Concepts, cases and good practice*. New York, Oxford University Press, pp: 13-24.
- Mizoguchi, R., Vanwelkenhuysen, J. y Ikeda, M. (1995): Task ontology of reuse of problem solving knowledge. En: *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building & Knowledge Sharing*, pp: 46-59.
- Nerbert, D. (2001): *Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook, version 1.1*, Global Spatial Data Infrastructure, Technical Committee.
- Noy, N. F. y McGuinness, D. L. (2001): *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880.

- OGC (2003): *OpenGIS Reference Model, Version 0.1.2*, OGC Inc. Wayland, MA, USA.
- Prieto Cerdán, A. (2008): La utilización de los SIGs y la Teledetección por el profesional: Experiencias y expectativas de futuro. En: Camacho, M.T., Cañete, J.A., Chica, M. y Lara, J.J. (Eds.): *Información espacial y nuevas tendencias en las Tecnologías de la Información Geográfica*. Universidad de Granada. Granada.
- Studer, Benjamins, Fensel (1998): Knowledge Engineering: Principles and Methods. *Data and Knowledge Engineering*. 25: 161-197.
- Gruber. T. (1993): A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, 5 (2): 199-220.
- Torres Rodríguez, N. (2003): *Imágenes en la web semántica: estándares, aplicaciones y organización de sitios en la red*. Universidad Carlos III de Madrid. (Tesina).
- Van heijst, G., Schreiber, A. y Wielinga, B. (1997): Using explicit ontologies in KBS development. *International Journal of Human-Computer Studies*, 46 (2/3): 183-292.
- Vilches Blázquez, L.M., Rodríguez Pascual A.F. y Bernabé Poveda, M.A. (2006): Ingeniería ontológica: El camino hacia la mejora del acceso a la información geográfica en el entorno web. En: Granell, Carlos y Gould, Michael (Eds.), *Avances en las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Coll.: Treballs d'Informàtica i Tecnologia, 26. Universitat Jaume I. Castellón. Pp.: 95 – 103.
- Vilches-Blázquez, L.M., Martins, B., Wyttenbach, A., Bernabé, M.A., Álvarez, M., Luzio, J. y Borbinha, J. (2007a): Geographical and historical thesauri: The state of the art. *DIGMAP Deliverable D2.1*.
- Vilches Blázquez, L.M., Bernabé Poveda, M.A., Suárez Figueroa, M.C., Gómez-Pérez, A. y Rodríguez Pascual, A.F. (2007b): Towntology & hydrOntology: Relationship between Urban and Hydrographic Features in the Geographic Information Domain. En: Teller, J.; Roussey, C. y Lee, J. (Eds.), *Ontologies for Urban Development*. Springer-Verlag,.
- Vilches Blázquez, L.M., Cañete Pérez, J.A., Corcho, O., Bernabé Poveda, M.A. y Rodríguez Pascual, A.F. (2007c): Pertinencia de Aplicación de la Ingeniería Ontológica a la Planificación Hidráulica del Territorio. *V Congreso Internacional de Ordenación y Territorio (CIOT)*. Málaga.
- Wielinga, B. J.; Schreiber, A. TH.; Wielemaker, J. y Sandberg, J. A. C. (2001): From thesaurus to ontology. International Conference on Knowledge Capture. En: *Proceedings of the 1st international conference on Knowledge capture*. Victoria, British Columbia, Canada. Pp.: 194 - 201.